

噴火湾沿岸地域における環境放射線の調査および評価

その他（別言語等） のタイトル	Survey and Estimate of Environmental Radiation in Littoral Region of Volcano Bay
著者	沖野 典夫, 大隅 徹, 江本 尚広
雑誌名	室蘭工業大学紀要
巻	53
ページ	59-63
発行年	2003-11
URL	http://hdl.handle.net/10258/86

噴火湾沿岸地域における環境放射線の調査および評価

その他（別言語等） のタイトル	Survey and Estimate of Environmental Radiation in Littoral Region of Volcano Bay
著者	沖野 典夫, 大隅 徹, 江本 尚広
雑誌名	室蘭工業大学紀要
巻	53
ページ	59-63
発行年	2003-11
URL	http://hdl.handle.net/10258/86

噴火湾沿岸地域における環境放射線の調査および評価

沖野 典夫^{*1}、大隅 徹^{*2}、江本尚広^{*3}

Survey and Estimate of Environmental Radiation in Littoral Region of Volcano Bay

Michio Okino, Toru Osumi and Naohiro Emoto

(論文受理日 平成 15 年 8 月 29 日)

Abstract

This survey of the environmental gamma rays was made in a littoral region of Volcano Bay and around Mount Usu. The dose rate levels of the environmental gamma rays were estimated from the survey results that measured with a portable germanium detector and a spectrometer. A car-borne survey and a spot survey were made by these measurement systems installed in a car. The variation of the total absorbed dose rate was found to be originated mainly by the variation of the Th-232 series nuclides. In some situations, it was found to be caused by the variation of the U-238 series nuclides. A half year after an eruption of Mount Usu, large and random variations of a K-40 dose rate was measured at some points around a volcanic crater. Although 2 years after the eruption, it was confirmed those variation had become fairly steady.

Keywords : environmental gamma rays, portable germanium detector, spectrometer, car-borne survey, Th-232 series, U-238 series, K-40

1. 序論

様々な要因で変動する環境放射線線量率レベルを、短期間に調査し、評価することは非常に重要である。環境 線は、ウラン系列核種、トリウム系列核種、カリウム 40 などから放射されるものが多くを占める。筆者ら¹⁾ は 1994 年から 1995 にかけての道内全域にわたる環境 線による線量率レベルの調査を行った。この結果、移動測定での環境 線線

量率レベルの測定結果は、 $42.1 \pm 16.7 \text{ nGh}^{-1}$ であり、最小値、最大値はそれぞれ 14.97 nGh^{-1} 、 116.57 nGh^{-1} であった。また、この測定における変動は主にトリウム系列核種によるものであることが見いだされた。また、下等²⁾ が岐阜県下を対象に、NaI(Tl)シンチレーション検出器を用いて車による測定を行い、市町村別の線量率レベルをまとめた報告がある。それによると、岐阜県における空気吸収線量率の平均値は、環境 線線量率が $53.0 \pm 6.4 \text{ nGh}^{-1}$ で、宇宙線線量率を加えて $83.5 \pm 7.6 \text{ nGh}^{-1}$ であった。ここで、「環境線線量率」とは環境 線による空気吸収線量率であり、「宇宙線線量率」とは宇宙線による空気吸

*1 機器分析センター

*2 北海道新聞社

*3 博士前期課程材料物性工学専攻

収線量率であり、「空気吸収線量率」とは環境線と宇宙線の空気吸収線量率を合わせたものである。なお、宇宙線線量率は地磁気や緯度、高度等により変化するが、日本での値は約 30 nGh^{-1} と評価されている³⁾。

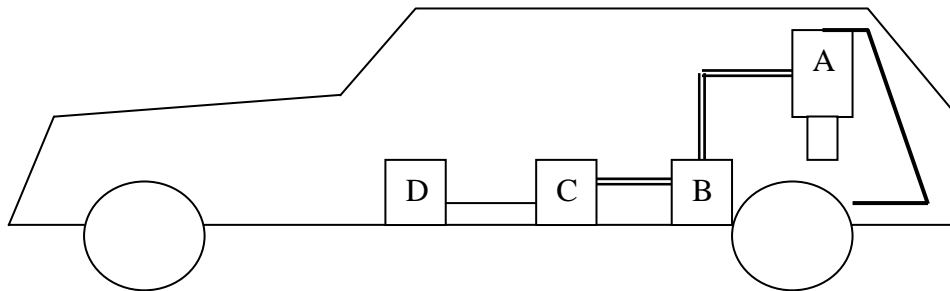
線量率変動の要因として、短期間の変動は降雨等の気象要素の変動等に伴う影響が大きいと考えられ、また、長期的には地殻変動等によって影響を受けることが知られている。線量率が局所的に周囲と異なる場合、活断層や温泉等の存在が考えられ、これらの調査にも利用されている。

上述の道内全域での線線量率レベルの調査を行った際、道南地域（長万部～函館）において道内の他の地域より高い線量率が記録されたことがあった。噴火湾沿岸地域には現在活発な火山活動を続けてい

る有珠山、駒ヶ岳、樽前山等が点在する火山地帯であるという地域特性も鑑み、その後数回にわたる線線量率の観測・評価を試みた。線量率の測定は車による移動測定及び定点測定（停車した状態で測定）を行った。また、同じ場所では一般にあまり変動しないと考えられる K-40 については、特に有珠山周辺で観測・評価した。

2. 使用測定器

測定には可搬型高純度ゲルマニウム半導体検出器（ORTEC GEM - 10185 - P - LP、49.9mm × 37.8mm、相対効率 10%）、可搬型 MCA（ORTEC 92X、および DART）、データ収録用ノートパソコン、車載用 DC（12V）- AC（100V）コンバータ等を用いた。これらを車に搭載したダイアグラムを Fig. 1 に示す。



A : Germanium Gamma Ray Detector, B : Portable M.C.A. , C : Personal Computer, D : DC-AC Converter

Fig. 1 Schematic diagram of the measuring system for car-borne survey

3. 測定方法と解析

計数率の点で長時間の測定を行う方が誤差は少なくなるが、移動距離が長くなり結果的に細密な分布図が得られなくなる。測定時間が 900 秒以下で検出限界以下のデータが発生することが多いので、検出限界以下のデータが得られた箇所では、測定時間を 1,000 秒あるいは 1,200 秒とし、状況に応じて測定時間を変えることにした。移動測定では道路事情により 40～60km/h で走行し、これは測定区間が約 10～20kmであることを意味しており、得られた線計数

スペクトルは、この区間における平均的なスペクトルを示す。

移動測定で得られたデータの有効性を検討するために、また特定の場所でのデータを得るため、定点測定を随時行った。

得られた線計数スペクトルは、Beck等⁴⁾により開発されたHASL-258の解析方法を適用した。この解析法は、単位線量率当たりのピーク計数率 N_f (cps / $\mu\text{R h}^{-1}$) を実験と理論より求め、観測で得られたピーク計数率 N_p (cps) を N_f / I で除することにより

線量率 $R_{ex}(\mu R h^{-1})$ を求めるものである。

$$R_{ex} = \frac{N_p}{N_f / I}$$

他の検出器よりエネルギー分解能が良いゲルマニウム検出器を使用することにより、ウラン系列核種、トリウム系列核種、カリウム 40 およびフォールアウト核種ごとの 線線量率を精度良く評価することができる。

車内に検出器を搭載して観測するため、車体の遮へい効果により入射 線が減衰する。この減衰率を算出するため、同じ地点で、車内と車外でそれぞれ合計 線線量率を求め評価した結果、減衰率を TOYOTA TOWNACE では 31%、SUBARU LEGACY では 34%とした（各々系列核種ごとの減衰率もほぼ同様であった）。同じ車を使用しての観測データはこの減衰率を使用して補正した。

4. 道南地域での測定結果

1994 年 11 月 4 日から 5 日にかけて行った道南地域の測定データが全体に非常に高い線量率を示し、この値は殆どがトリウム系列核種のみ増分によるものであった。道南地域で行った調査の内、長万部～八雲～森の間のデータを抽出し、測定年月日毎に集計して Fig. 2 とした。この図から明らかなように、この期間以外の観測からはこのようなデータは観測されておらず、そして、このトリウム系列核種の増分の要因は明らかではない。また、2002 年 12 月 12 日に室蘭～真狩～黒松内～長万部～室蘭と行った観測データを Fig. 3 に示す。グラフが途切れている箇所は検出限界以下で欠測となっている。図より黒松内付近のデータにトリウム系列核種が欠測であったにもかかわらずウラン系核種のみ増分による高い線量率が見いだされた。これはこの観測区間だけ非常な降雪があり、このため地表面付近にウラン系列核種の濃度が上昇したと思われる。

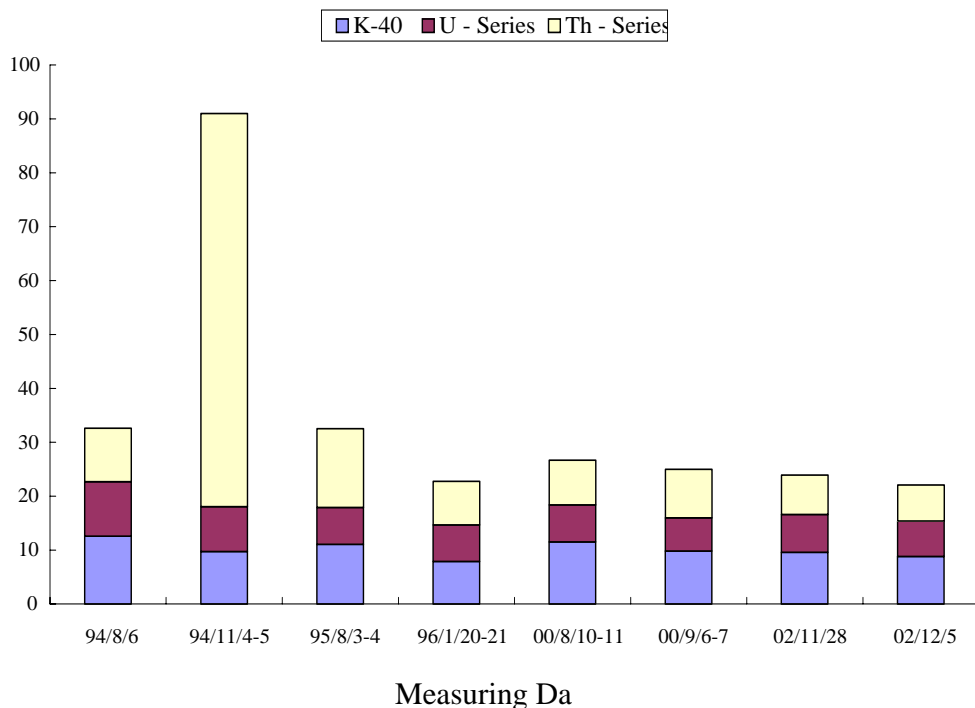


Fig. 2 Dose rate of gamma rays in Southern Hokkaido (Oshamanbe- Yakumo - Mori)

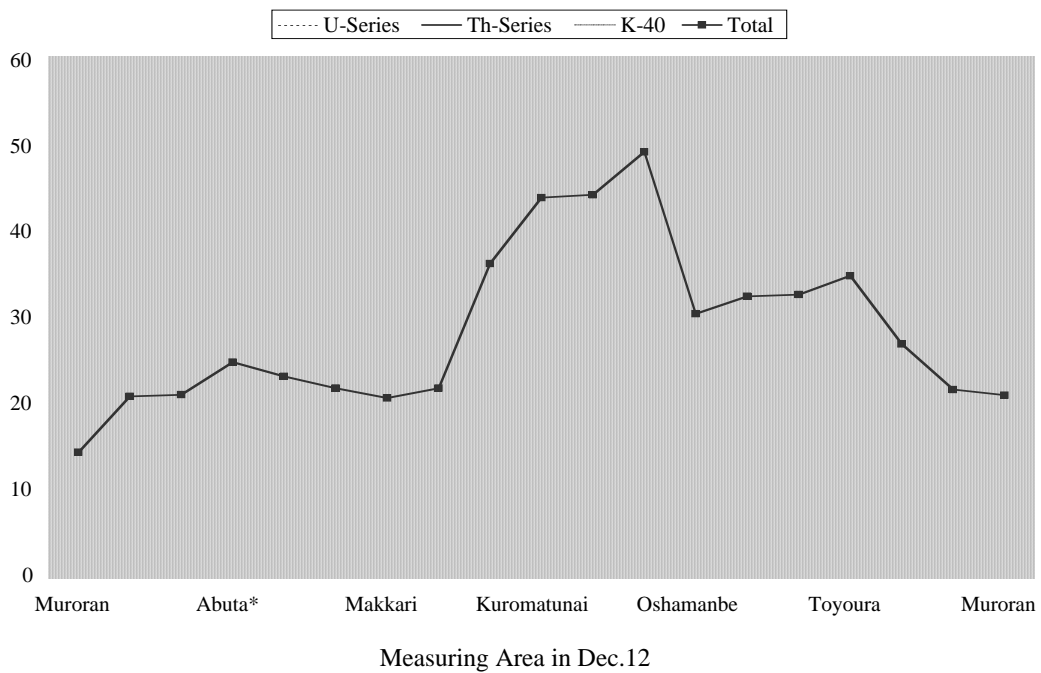


Fig. 3 Dose rate variation of gamma rays on Dec. 12, 2002

5. 有珠山付近での測定結果

2000年3月31日の有珠山の噴火後、同年8月から11月にかけて、火口近くの3地点で計5回の定点測定を行った。その結果をFig. 4に示す。また、2002年の11月、12月にほぼ同様な4地点で測定を行った結果をFig. 5に示す。

K-40は通常同じ場所では土壌中の含有量が変動

することがほとんどなく、当然K-40からの大地線も、ほぼ一定の値をとることが多い。しかしFig. 4に示すように、K-40の値は測定地点、測定時期に関連性が無く変動している。また、約2年後の2000年、11月～12月の測定ではこの変動が、通常に他の地域で見いだされるようなレベルであることがわかる。

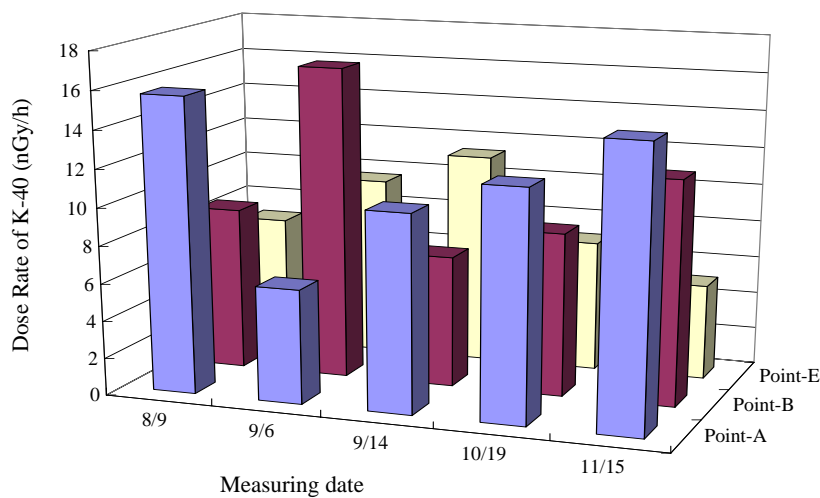


Fig. 4 Dose rate variation of K-40 in 2000

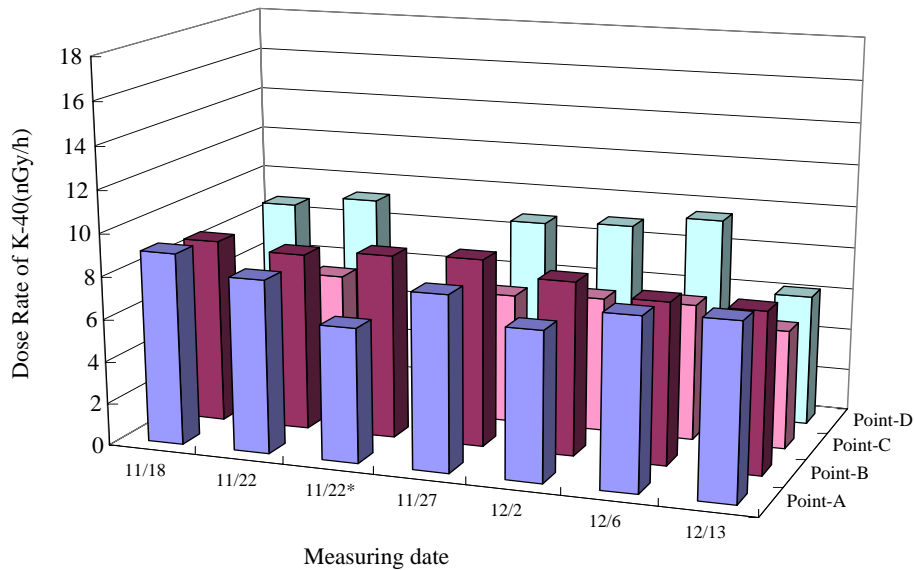


Fig. 5 Dose rate variation of K-40 in 2002

6. 結論

噴火湾沿岸地域および有珠山周辺を対象に車を使用して環境線線量率レベルを、主にその変動の要因を明らかにすべく観測を行った結果、以下のことが見いだされた。

1) 1994年11月4日から5日にかけて行った道南地域の測定データが非常に高い線量率を示した。この値はトリウム系列核種のみの増分によるものであったと評価できたが、この両日は降雨、降雪などは観測されていない。その原因はその後の観測でも明らかにはなっておらず、さらなる観測の継続と要因の特定が必要と思われる。

2) 2002年12月12日の観測データのうち黒松内町付近で観測されたデータでは、トリウム系列核種のデータが欠測であったにもかかわらず、ウラン系列核種のみの増分が合計線量率を高くしていることが見いだされた。おそらくこの増分は、急激な降雪による下降気流でウラン系列核種が地表面近くまで押し下げられたこと、また雪片の凝結核にウラン系列核種の崩壊生成物が多く含まれていたこと等が考えられる。しかし、要因の特定には至っておらず降水中に含まれる核種の分析等が必要である。

3) K-40は至る所の土壌中に含まれ、土壌中K-40か

らの大地線は同じ観測点では変動することがほとんど無い。しかしながら、有珠山噴火後、半年ほどたった時期での観測で、地盤、土壌が安定していないためか、または、K-40が親水性であるため地下水脈、地下水位の変動がこのK-40の大地放射線に変動をもたらしているのか、または他に要因があるのかは不明であるが、2年後の観測でこれらの変動がほとんど見られなくなったのは、噴火後にこれらの影響があったことは明らかであると思われる。

参考文献

- 1) 長門 徹、丹治辰男、沖野典夫、蛭田陽一、望月定；車を利用した北海道における環境線測定、保険物理、32(3), 295-304 (1997).
- 2) 下 道國、杉野雅人、湊 進、Kelan O'Brien；岐阜県下の環境放射線の調査、岐阜医療技術短期大学紀要、9, 61-86 (1993).
- 3) 占部逸正、桂山幸典；地上付近大気中における宇宙線の電離強度、保険物理、14, 151-161 (1979).
- 4) H. L. Beck, J. A. Decampo and C. V. Gobolak；In situ Ge (Li) and NaI (Tl) gamma-ray spectrometry, HASL-258 (1972)